

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10092450 A

(43) Date of publication of application: 10.04.98

(51) Int. Cl

H01M 8/02

H01M 8/12

(21) Application number: 08267794

(22) Date of filing: 17.09.96

(71) Applicant: CHUBU ELECTRIC POWER CO
INC FINE CERAMICS CENTER

(72) Inventor: SAKAKI YOSHINORI
HATTORI MASATOSHI
EZAKI YOSHIMI
OHARA SATOSHI
FUKUI TAKEHISA
KODERA KAZUMI

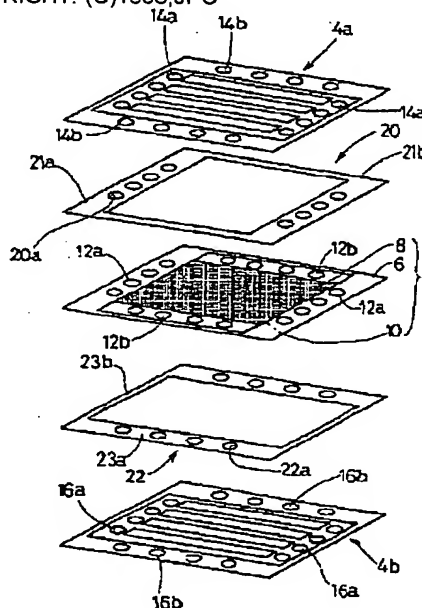
(54) SEALING MEMBER AND SOLID ELECTROLYTE
TYPE FUEL CELL EQUIPPED WITH IT

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the sealing members for the solid electrolyte type fuel cell, which can secure sealing performance without making use of sealing performance based on the molten state of substances at the operating temperature of a SOFC.

SOLUTION: This invention is concerned with the sealing members 20 and 22 for preventing fuel electrode gas and air electrode gas from being mixed in a space between a cell 2 and each separator 4a and 4b in the solid electrolyte type fuel cell equipped with a cell 2 where a fuel electrode 8 and an air electrode 10 are faced to each other by way of a solid electrolyte, and with separators 4a and 4b, and the sealing members 20 and 22 is made out of glass material which starts softening at the temperature lower than the operating temperature of the aforesaid solid electrolyte type fuel cell, and is crystallized at the operating temperature so as to be turned out crystallized glass in a solid phase.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-92450

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 M 8/02
8/12H 0 1 M 8/02
8/12

S

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-267794

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 9月17日

(71) 出願人 000213297

中部電力株式会社

愛知県名古屋市東区東新町 1 番地

(71) 出願人 000173522

財団法人ファインセラミックスセンター

愛知県名古屋市熱田区六野 2 丁目 4 番 1 号

(72) 発明者 榊 嘉範

愛知県名古屋市緑区大高町字北関山20番地
の 1

(72) 発明者 服部 雅俊

愛知県名古屋市緑区大高町字北関山20番地
の 1

(74) 代理人 弁理士 岡田 英彦 (外 1 名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シール材及びこのシール材を備えた固体電解質型燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 SOFC の運転温度において、物質の熔融状態によるシール性を利用しないでシール性を確保できる固体電解質型燃料電池用のシール材を提供する。

【解決手段】 固体電解質を介して燃料極と空気極とが対向するセルと、セパレータとを備えた固体電解質型燃料電池において前記セルと前記セパレータ間に燃料極ガスと空気極ガスとの混入を防止するためのシール材であって、前記シール材は、前記固体電解質型燃料電池の運転温度より低い温度で軟化し、前記運転温度では、結晶化して固相状態の結晶化ガラスとなるガラス材料である。

(2)

特開平10-92450

【特許請求の範囲】

【請求項1】加熱されて軟化し、さらに加熱されて結晶化して固相状態の結晶化ガラスとなるガラス材料であり、結晶化された固相状態によって被シール体のシール部位をシールすることを特徴とするシール材。

【請求項2】固体電解質を介して燃料極と空気極とが対向するセルと、セパレータとを備えた固体電解質型燃料電池の前記セルと前記セパレータ間に配置されて燃料極ガスあるいは空気極ガスの混入を防止するためのシール材であって、

前記シール材は、前記固体電解質型燃料電池の運転温度より低い温度で軟化し、前記運転温度では、結晶化して固相状態の結晶化ガラスとなるガラス材料であることを特徴とするシール材。

【請求項3】固体電解質を介して燃料極と空気極とが対向するセルと、セパレータとを備えた固体電解質型燃料電池であって、

前記セルと前記セパレータとの間が、電池運転温度において固相状態の結晶化ガラスによってシールされていることを特徴とする固体電解質型燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、結晶化ガラスを用いたシール材に関し、詳しくは、固体電解質型燃料電池のガスシール材に適したシール材及びこのシール材を備えた固体電解質型燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】固体電解質型燃料電池（以下、単にSOFCともいう。）は、高効率で環境保全性に優れた発電システムとして、将来の実用化が期待されている。なかでも、平板型SOFCは、電極を塗布法などの簡便な方法により作製可能で量産性に優れるとともに多数のセルを積層したスタック構造を形成して体積あたりの出力密度を大きくできるという利点がある。しかし、ガス分離板と固体電解質間のガスシールが困難であるという問題がある。したがって、この平板型SOFCの実用化にとって、ガスシール材の開発も重要課題の一つである。

【0003】これまでのシール材としては、ホウケイ酸ガラスやパイレックスガラス等の熔融ガラスが用いられていた。このようなシール材においては、電池運転温度である1000℃で、ガラスが高粘度の融体となった状態でシール材として機能するようになっている。このため、シール材として密着性は良好である。しかしながら、ガラスが熔融した状態においては、ガラス成分と他のSOFC構成材料の成分とが反応しやすい状態となっている。したがって、電解質の長期間の安定性が問題となっていた。また、非熔融状態の熱膨張の挙動について、接触するセル材料等との整合性が悪いと、温度の昇降中に発生するシール部の歪みにより、電解質の破損や、シール性の低下等が生じ、ヒートサイクルに対する

信頼性が十分ではなかった。

【0004】また、最近、マイカ系結晶化ガラスのシール材への適用が検討されている。結晶化ガラスは、ガラスを加熱して結晶を析出させたものであり、結晶とガラスとが混在したものである。この結晶化ガラスをシール材として用いる場合、予め作製した結晶化ガラスのシール材を用いる。このシール材によれば、結晶部分はそのまま維持する一方、ガラス成分を熔融させて、この熔融したガラスにより、シール性を確保することができる。かかる結晶化ガラスにおいては、接着に必要なガラス成分を必要最小限度の含有量に留めることができるため、セル材料等との反応性を抑制できることが可能であると同時に、熱膨張の挙動を他のSOFC構成材料と一致させることが可能である。しかしながら、マイカ系結晶化ガラスをシール材として用いるには、SOFCの運転温度を越える1000℃以上の温度が必要である。また、依然として、ガラス成分の熔融によりシール性を確保するものであるため、他のSOFC材料との反応性の問題が解決されていない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来のシール材では、熔融したガラスの密着性を利用したものであるために、このような問題が生じていた。しかし、ある部分をシールするには、熔融状態の物質を利用してシールする方法の他に、シールしようとする部分を、一旦、熔融状態の物質で密着させ、その後、この物質を硬化させてシールするという方法もある。

【0006】そこで、本発明では、物質の熔融状態によるシール性を利用することのないシール材を提供することを目的とする。また、本発明では、SOFCの運転温度において、物質の熔融状態によるシール性を利用しないでシール性を確保できる固体電解質型燃料電池用のシール材を提供することを目的とする。また、本発明では、安定したシール性が確保された固体電解質型燃料電池を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決するために本発明者らは、以下の発明を創作した。すなわち、第1の発明は、加熱されて軟化し、さらに加熱されて結晶化して固相状態の結晶化ガラスとなるガラス材料であり、結晶化された固相状態によって被シール体のシール部位をシールすることを特徴とするシール材である。このシール材は、ガラス材料からなり、加熱により軟化した際、被シール体のシール部位に密着する。そして、その後、さらに加熱されると、密着状態で結晶化されて固相状態となり、この状態で、シール部位をシールする。このシール材は、熔融状態を利用してシールするものでないため、熔融状態の材料と被シール体の材料との反応性が抑制される。なお、本発明において、シールという語は、ある部位に密着した状態で固定される状

(3)

特開平10-92450

態、あるいは、ある部位に密着して固定することを意味し、充填や接着という概念を含むものである。

【0008】第2の発明は、固体電解質を介して燃料極と空気極とが対向するセルと、セパレータとを備えた固体電解質型燃料電池の前記セルと前記セパレータ間に配置され燃料極ガスあるいは空気極ガスの混入を防止するためのシール材であって、前記シール材は、前記固体電解質型燃料電池の運転温度より低い温度で軟化し、前記運転温度では、結晶化して固相状態の結晶化ガラスとなるガラス材料であることを特徴とするシール材である。このシール材は、固体電解質型燃料電池の運転温度より低い温度で軟化し、シール部位におけるSOFC構成材料とシール材との密着状態が形成される。そして、その後、電池運転温度においては、この密着状態から、結晶化して固相状態の結晶化ガラスとなる。したがって、固相状態でシール部位がシールされる。シール材が、電池運転温度において固相の結晶化ガラスであるので、SOFC構成材料との反応性が抑制される。

【0009】第3の発明は、固体電解質を介して燃料極と空気極とが対向するセルと、セパレータとを備えた固体電解質型燃料電池であって、前記セルと前記セパレータとの間が、電池運転温度において固相状態の結晶化ガラスによってシールされていることを特徴とする固体電解質型燃料電池である。この固体電解質型燃料電池によると、電池運転時において固相状態の結晶化ガラスによりセルとセパレータ間がシールされているので、シール部位における他のSOFC構成材料とシール材料との反応性が抑制される。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。本発明のシール材用の原料としては、結晶化する前に軟化するようなガラス材料を用いる。特に、被シール体の耐熱温度を考慮すると、被シール体の耐熱温度以下で、軟化及び結晶化するものを用いる。また、被シール体の使用温度で、結晶化ガラスの固相状態が維持されるようなガラス材料を用いる。ここで軟化とは、固体電解質表面と密着性を確保できる程度の軟化をいう。好ましくは、 $10^7 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下の粘度であり、より好ましくは、 $10^6 \sim 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ である。このようなシール材は、シール性が要求される被シール体に適用することが有利であり、特に、高温でのシール性が要求されるシール材に適用するのが好ましい。また、このシール材は、水密的あるいは気密的な封止を目的としたシール材のみならず、充填材や接着材としても使用することができる。

【0011】特に、SOFC用のシール材用のガラス材料としては、SOFCの運転温度でよりも低い温度で軟化するガラス材料を用いる。また、この材料は、SOFCの運転温度で、結晶化し固相状態の結晶化ガラスとなる。運転温度で結晶化されるため、運転状態において

は、結晶化が維持されて、固相状態でのシールが達成される。このような材料としては、例えば、電池運転温度が 1000°C の場合に、約 800°C で、軟化し、 900°C で結晶化が開始され、 1000°C にて、結晶化が完了し固相状態の結晶化ガラスを生成する材料を挙げることができる。

【0012】このようなシール材の材料としては、例えば、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系ガラス、 $\text{ZrO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系ガラス、 $\text{CaO}-\text{ZrO}_2-\text{SiO}_2$ 系ガラスを用いることができる。これらの系のガラスには、それぞれの系のガラス構成成分を主成分として含むガラスを、それぞれの系に含めるものとする。例えば、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系ガラスには、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{ZnO}-\text{R}_2\text{O}$ (R_2O はアルカリ酸化物、以下同じ。)系、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{MgO}-\text{R}_2\text{O}$ 系等を含める。なお、アルカリ酸化物である R_2O としては、 Na_2O 、 K_2O 、 BaO 、 B_2O_3 、 Sb_2O_3 、 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 Rb_2O 、 Cs_2O 等を挙げることができる。これらを1種類以上を選択して用いることができる。例えば、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系ガラスとしては、 SiO_2 を $50 \sim 75 \text{ mol}\%$ 、 Al_2O_3 $10 \text{ mol}\%$ 以下、 CaO を $10 \sim 30 \text{ mol}\%$ を含有し、 ZnO を含む場合には $10 \text{ mol}\%$ 、 R_2O として BaO を含む場合には $5 \text{ mol}\%$ 以下、 B_2O_3 を含む場合には、 $3 \text{ mol}\%$ 以下、 Na_2O を含む場合には、 $5 \text{ mol}\%$ 以下、 K_2O は $3 \text{ mol}\%$ 以下、 Sb_2O_3 を含む場合には $1 \text{ mol}\%$ 以下の配合とすることが好ましい。また、シール材の材料としては、ガラスが結晶化した固相の状態において、熱膨張率が、電解質であるイットリアで安定化したジルコニア (YSZ) の熱膨張率 (約 $10 \times 10^{-6}/\text{K}$) と同程度となるように選択するのが好ましい。

【0013】本発明のシール材で、SOFCのセルとセパレータ間をシールする方法について説明する。図1には、SOFCのスタック構造の分解斜視図が示されている。図2には、このスタック構造の断面構造が示されている。このスタック構造の一単位は、セル2とその上下に配置されたセパレーター4とから構成されている。セル2は、固体電解質板6の上面側に形成された燃料極8と、裏面側に焼き付けられた空気極10とから構成されている。この電解質板6の外周側には、空気極ガスあるいは燃料極ガスを通過させるための通気孔12a、12bが複数個形成されている。

【0014】そして、このセル2の上下には、セパレーター4a、4bが配置されている。これらのセパレーター4a、4bは、セル2の電解質板6とほぼ同形に形成され、同様に、固体電解質板6の外周側の通気孔12a、12bに対応して、連通する部位に通気孔14a、14b、通気孔16a、16bが形成されている。このセル

(4)

特開平10-92450

2とセパレーター4とは、シール材20、22を介して積層されている。

【0015】シール材20は、上部のセパレーター4aとセル2との間では、通気孔12aと通気孔14aとを連通させる孔部20aを備え、燃料極8側と通気孔12a、14aとを遮断する枠部21aと、通気孔14bと通気孔12bと、燃料極8とを連通させるように枠部21bとからセルの外周縁形状に一致する外形を有する枠状に形成されている。

【0016】そして、シール材22は、固体電解質板6の空気極10の側で、通気孔12bと通気孔16bとを連通させる孔部22aを備え、空気極10側と通気孔12b、16bとを遮断する枠部23aと、通気孔12aと通気孔16aと空気極10とを連通させるような枠部23bとからセル2の外周縁形状にほぼ一致する外形の枠状に形成されている。このようにシール材20、22を、セパレーター4aとセル2との間、及びセパレーター4bとセル2との間に配置することにより、通気孔14a、12a、16aを空気が通過可能であるとともに、空気が燃料極8に供給されずに、空気極10に供給されるようになっていく。また、14b、12b、16bを通過する燃料ガスが、空気極10に供給されずに燃料極8に供給されるようになっていく。

【0017】このシール材20、22を形成するには、まず、ガラス材料を構成する原料粉末を用いて、通常の方法によりガラス化する。そして、このガラスを粉碎して、粉末とし、スタック構造におけるシール部材20、22に相当する形状に加工成型してガラス成形体を形成する。

【0018】そして、これらのガラス成形体を固体電解質板6のシール部位に配置してスタック構造を形成し、このスタックを、電池運転温度にまで加熱していく。この場合、電池運転温度は1000℃とする。この加熱に際して、1000℃より低い温度で、ガラス成形体は、軟化して、シール部位においてセパレーター4や固体電解質板6に密着する。そして、さらに、加熱されると、電池運転温度よりも低い温度、例えば、900℃でガラス成形体において結晶化が開始され、1000℃にて結晶化が完了し、完全に固相状態の結晶化ガラスとなる。なお、この例においては、ガラス成形体をシール部位に配置することにより、シール部位にガラスを充填したが、シール部位にガラスを充填するのに、ガラス成形体を用いることに限定するものではない。すなわち、ガラス粉末を成形することなく、粉末状態でシール部位を充填することも可能である。この場合、ガラス粉末をシール部位に堆積したり、ガラス粉末の懸濁液をシール部位に塗布後、乾燥すること等により、シール部位をガラスで充填することができる。

【0019】このようにして、シール部位で結晶化した結晶化ガラスは、電池運転温度である1000℃では、

固相状態の結晶化ガラスである状態が維持される。さらに、電池の降温の際にも、固相状態は維持され、再び電池運転温度にまで加熱されても、軟化されずに、固相状態が維持されたままである。したがって、電池運転状態においては、シール材と固体電解質との反応は回避される。また、熔融ガラスでシールした場合のように、熔融により、シール部の形状変化や、シール漏れの問題が発生しないとともに、熔融と固化を繰り返すことによる劣化や、体積変化によるシール部の破壊等の問題もない。

【0020】本発明のシール材によれば、ガラス材料をシール部位に配置して、電池の運転温度にまで加熱することにより、このシール部位を固相状態の結晶化ガラスでシールすることができる。そして、一旦固相状態が形成されると、その後、この結晶化ガラスの熔融温度にまで加熱されない限り、固相状態が安定して維持される。この結果、シール性が安定して維持される。

【0021】

【発明の効果】第1の発明によると、熔融状態の材料によるシール性を利用しないシール材となっているので、シール材と被シール体との反応性が抑制されている。第2の発明によると、シール材とSOFC構成材料との反応性が抑制されている。第3の発明によると、固相状態の結晶化ガラスによりセルとセパレーター間がシールされているので、安定したシール性が確保されたSOFCとなっている。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例に基づいて具体的に説明する。本実施例では、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{ZnO}-\text{R}_2\text{O}$ 系結晶化ガラスを製造し、固体電解質型燃料電池適用時のシール性能を各種試験により確認した。

【0023】まず、表1に示す配合に基づいて、各原料粉末を秤量し、エタノールを加えて24時間湿式混合した。

【表1】

原料粉末の種類	配合量 mol %
SiO_2	63.5
Al_2O_3	4
CaO	20
ZnO	5
BaO	2
B_2O_3	1
Na_2O	3
K_2O	1.4
Sb_2O_3	0.1

【0024】次に、この混合物をろ過した後乾燥して粉

(5)

特開平10-92450

末とし、白金坩堝に入れて、1600℃で2時間熔融し、融液をステンレス製の金属板上に流下することにより急冷し、結晶化前のガラス材料とした。このガラス材料を粉砕して結晶化前のガラス粉末とした。

【0025】(試験例1)このガラス粉末から得られた結晶化ガラスを用いてガスシール性を確認した。前記ガラス粉末を、14mm直径の円板状のキャビティを有する金型により300kgf/cm²の圧力で一軸成形した。得られた圧粉体の厚みは約3mmであった。この圧粉体を、直径13mm、厚さ1mmの円板状の電解質板(8mol%YSZ、中央に直径3mmの孔部が設けてある)上に載せ、無荷重で1100℃で2時間の熱処理を施し、圧粉体を結晶化して結晶化ガラス体とするとともに、電解質板に接着して、接着体を形成した。

【0026】この接着体30について、ガスシール試験を行った。ガスシール試験装置は、図3に示すような構成を有している。ガスボンベ40から流出されるガスは、2つのガスホルダー42、44を経て、ガスシール測定治具46に到達される。ガスシール測定治具46にかかるガス圧を調整するために、ガスホルダー42、44や真空ポンプ48が設けられている。この接着体30は、図4に拡大して示すガスシール測定治具46に対して組み合わせ、試験装置にセットした。

【0027】この試験装置を用いて、接着体30に対して、空気、ヘリウムを、圧力計にてそれぞれ500mmAqになるまで流出させ、その後、バルブを閉じ、1時間経過するまでの圧力の変化を観察した。その結果を図5に示す。

【0028】この図から明らかなように、空気、ヘリウムのいずれについても、加圧後1時間において、圧力の低下が観察されず、ガスの漏れは観察されなかった。すなわち、この接着体30における、結晶化ガラス体と電解質板との界面におけるシール性は確保されていた。

【0029】(試験例2)次に、この接着体20における結晶化ガラス体と電解質板との界面の状態を、接着体を切断して、その断面を走査型電子顕微鏡観察することにより確認した。走査型電子顕微鏡写真を図6～図8に示す。これらの図においては、写真上部の黒い部分が結晶化ガラス体であり、写真下部の白い部分が電解質板である。図6に示す、倍率10000倍の写真及び図7の倍率1000倍の写真からは、この界面における良好な接着性が確認できた。また、図8の倍率100倍の写真からは、結晶化ガラス体中に複数のボアが観察されているが、これらのボアは独立気泡状であった。

【0030】(試験例3)次に、SOFCにおける固体電解質である8YSZと、本実施例の結晶化前のガラス粉末及びこのガラス粉末から得た結晶化ガラス体との反応性を試験した。本実施例のガラス粉末に対して、8YSZの微粉末を30wt%添加し、エタノール中で2時間混合した。この混合粉末を、直径14mmの金型によ

り300kgf/cm²の圧力で一軸成形し、1100℃で2時間加熱してガラスを結晶化させた。その後、さらに、1000℃の空气中で500時間の熱処理を行い、反応生成物をX線回折法により評価した。

【0031】この結果は、熔融ガラスをシール材に用いた場合に観察されるジルコン(ZrSiO₂)の生成は観察されなかった。ジルコンは、熱膨張率が8YSZより小さく、ジルコンが生成することにより、ヒートサイクルにおけるシール性の信頼性が確保されない。しかし、本試験例のガラス粉末においては、かかるジルコンは生成されないため、ジルコンによってヒートサイクルの信頼性が低下することはない。

【0032】また、1000℃、500時間の熱処理後には、8YSZ相や高温ウォラストナイト相が主に確認され、この結晶化ガラスと8YSZの反応による生成物は観察されなかった。したがって、結晶化ガラスと8YSZの反応性は非常に低いと考えられる。

【0033】(試験例4)表1の配合に従って作成したガラス粉末を、直径14mmの円板状のキャビティを有する金型を用いて、300kgf/cm²の圧力で一軸成形した。得られた圧粉体の厚みは約5mmであった。この圧粉体を直径13mm、厚さ1mmの電解質板(8YSZ、中央に直径3mmの孔部が設けてある)上に載せ、無荷重で1100℃で2時間の熱処理を施し、圧粉体を結晶化させた。次に、これを立方体(3mm×3mm×3mm)に切り出し、ヒーティングマイクロ(Retiz製)を用いて、室温、800℃、900℃、1000℃、1100℃、1200℃の各温度における固体状態を観察した。その結果を撮影した写真を、図9及び図10に示す。この結果から明らかなように、室温から900℃(図9(a)～(c))及び1000℃(図10(a))では、変化が観察されず、SOFCの運転温度である1000℃においても、室温と同様の固体状態が維持されていた。

【図面の簡単な説明】

【図1】固体電解質型燃料電池のスタック構造の分解斜視図である。

【図2】固体電解質型燃料電池のスタック構造の断面構造を示す図である。

【図3】ガスシール試験装置の全体を示す図である。

【図4】ガスシール測定治具と接着体の組み合わせ状態を示す断面図である。

【図5】空気及びヘリウムガスにて加圧停止後の時間と、測定治具内部のガス圧との関係を示すグラフである。

【図6】接着体における結晶化ガラス体と固体電解質との界面の電子顕微鏡写真(倍率10000倍)である。

【図7】接着体における結晶化ガラス体と固体電解質との界面の電子顕微鏡写真(倍率1000倍)である。

【図8】接着体における結晶化ガラス体と固体電解質と

(6)

特開平10-92450

の界面の電子顕微鏡写真(倍率100倍)である。

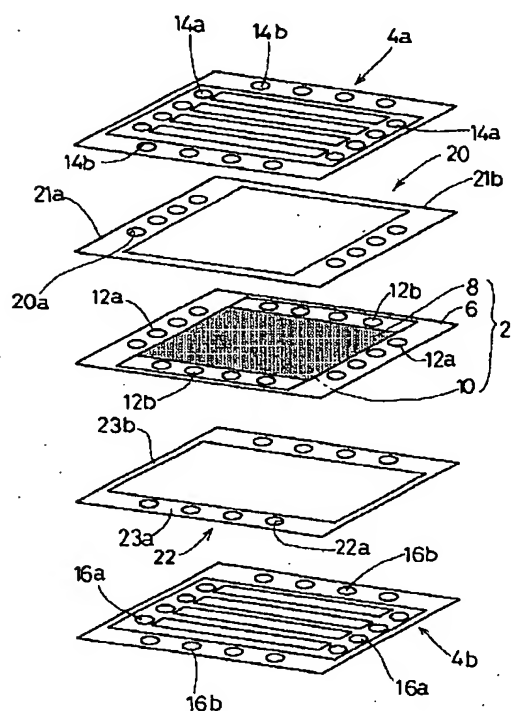
【図9】(a)は室温、(b)は800℃、(c)は900℃での、それぞれのヒーティングマイクロによる観察結果を示す写真である。

【図10】(a)は1000℃、(b)は1100℃、(c)は1200℃での、それぞれのヒーティングマイクロによる観察結果を示す写真である。

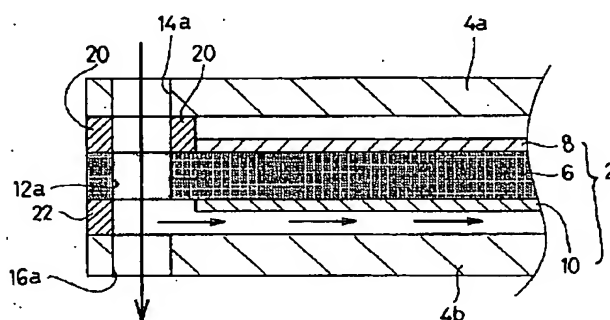
【符号の説明】

- 2 セル
- 4 a、4 b セパレーター
- 6 固体電解質板
- 8 燃料極
- 10 空気極
- 20、22 シール材

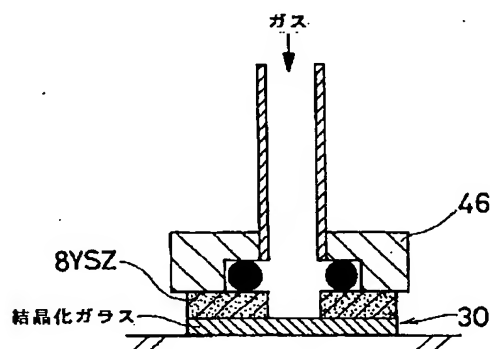
【図1】



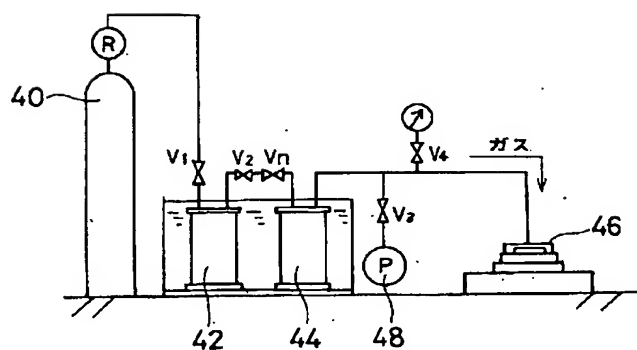
【図2】



【図4】



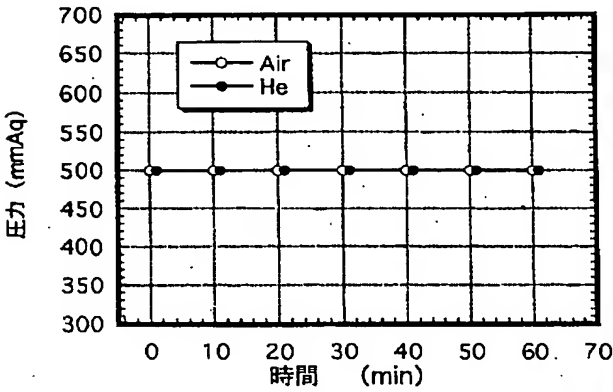
【図3】



(7)

特開平10-92450

【図5】

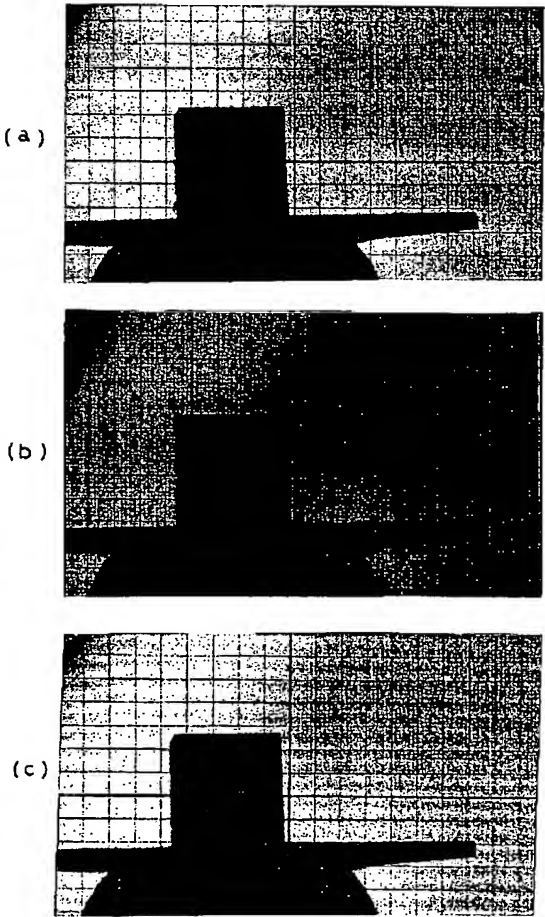


【図6】

図面代用写真



【図9】



(8)

特開平10-92450

【図7】

図面代用写真

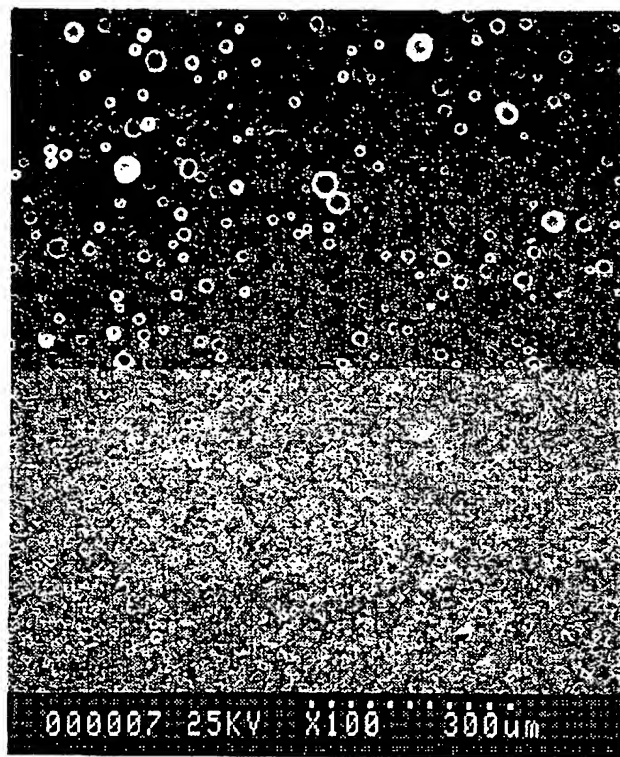


(9)

特開平10-92450

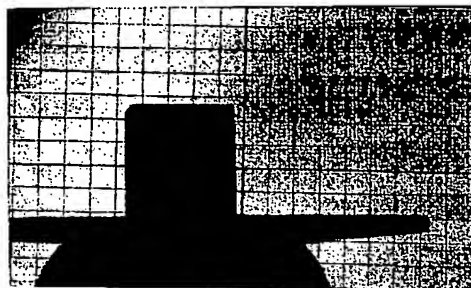
【図8】

図面代用写真

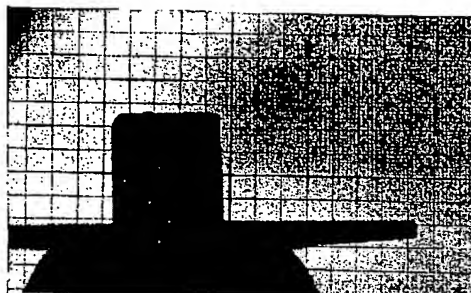


【図10】

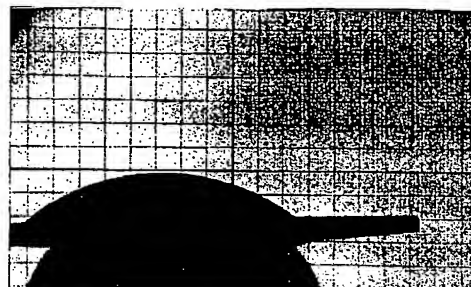
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(72)発明者 江崎 義美
愛知県名古屋市緑区大高町字北関山20番地
の1

(72)発明者 大原 智
愛知県名古屋市熱田区六野二丁目4番1号
財団法人ファインセラミックスセンター
内

(72)発明者 福井 武久
愛知県名古屋市熱田区六野二丁目4番1号
財団法人ファインセラミックスセンター
内

(72)発明者 小寺 佳積
兵庫県明石市大久保町高丘六丁目3の3番
地